

आकाशात पाहून आपल्याला असे दिसते की सूर्य, चंद्र, पृथ्वी, इतर ग्रह आणि असंख्य तारे यांनी आपले विश्व बनले आहे.

विश्व एवढेच आहे का? आपली पृथ्वी, सूर्य व चंद्र एकमेव आहेत हे आपल्याला माहीत आहे, पण इतर ग्रह व ताऱ्यांचे काय? आपल्याला दिसतात त्याहूनही ते अधिक असतील का? आणखी काही ग्रह व तारे अस्पष्ट असल्याने आकाशात असूनही आपल्याला दिसत नसतील का?

१६०८ साली हॉलंड या देशात दुर्बिणीचा शोध लावण्यात आला. एरवी न दिसणाऱ्या अतिशय दूरवरच्या व अस्पष्ट वस्तू देखील दुर्बिणीतून पाहता येऊ लागल्या.

१६०९ साली गॅलिलिओ (१५६४-१६४२) या इटालियन शास्त्रज्ञाने स्वतः एक छोटी दुर्बिण तयार केली व त्यातून आकाशाकडे पहायला सुरुवात केली. दुर्बिणीतून आकाशात कोठेही पाहिले तरी साध्या डोळ्यांना दिसतात त्यापेक्षा कितीतरी अधिक तारे सर्वत्र आढळतात असे त्याच्या लगेचच लक्षात आले.

उदाहरणार्थ, १६१० साली त्याने दुर्बिणीतून आकाशगंगेकडे पाहिले. दुर्बिणीशिवाय पाहिले असता आकाशगंगा ही आकाशात पसरलेल्या धूसर उजेडाच्या अस्पष्ट पट्ट्याप्रमाणे दिसते. हा धूसर पट्टा असंख्य ताऱ्यांच्या अस्पष्ट अशा प्रकाशाने बनला आहे असे दुर्बिणीतून पाहिले असता गॅलिलिओला दिसून आले.

त्याच वर्षी गॅलिलिओने गुरुकडे पाहिले व त्याच्याभोवती चार लहान वस्तू प्रदक्षिणा करीत असलेल्या त्याला दिसल्या. चंद्र हा जसा पृथ्वीचा उपग्रह आहे तसेच हे गुरुचे चार उपग्रह होते. याचा अर्थ, साध्या डोळ्यांना दिसतात त्यापेक्षा आपल्या सूर्यमालेतही अधिक वस्तू आहेत.

गॅलिलिओच्या काळानंतर, विश्वात आपल्या सूर्यमालेपेक्षा आणखी कोट्यवधी तारे आहेत हे स्पष्ट झाले.

अर्थात विश्व प्रचंड मोठे असणार असा याचा अर्थ होत नाही. कदाचित हे सर्व तारे आपल्या सूर्यमालेबाहेर, पण त्यालगतच्या प्रदेशात असतील.

पण आपली सूर्यमाला किती मोठी आहे?

जियोव्हॅनी डी. कॅसिनी (१६२९-१७१२) या इटालियन-फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाने १६७१ साली मंगळ हा ग्रह किती दूर आहे हे गणिताने ठरवले. एकदा ते समजल्यावर सूर्यमालेतील सर्व ग्रहांची अंतरे समजून घेणे शक्य झाले.

कॅसिनीचे गणित जवळजवळ अचूक होते. नंतरच्या खगोलशास्त्रज्ञांनी त्यात थोडीशी सुधारणा केली. सूर्य पृथ्वीपासून फक्त १ कोटी ३० लक्ष मैल अंतरावर आहे. कॅसिनीच्या पूर्वीच्या खगोलशास्त्रज्ञांनी अंदाज केला होता त्यापेक्षा हे अंतर बरेच अधिक होते.

पृथ्वी सूर्यापासून जितकी दूर आहे त्याहीपेक्षा काही ग्रह अधिक दूर आहेत. कॅसिनीच्या काळी माहीत असलेला शनि हा सर्वात दूरवरचा ग्रह होता आणि तो सूर्यापासून ८० कोटी मैलांवर आहे.

कॅसिनीच्या काळानंतर त्याहूनही दूर असणाऱ्या ग्रहांचा शोध लावण्यात आला आहे. प्लुटो हा आपल्याला माहीत असणारा सर्वात दूरचा ग्रह असून त्याची सूर्याभोवतीची भ्रमणकक्षा एका टोकापासून ते दुसऱ्या टोकापर्यंत ७ अब्ज मैल इतकी आहे.

हाच आपल्या विश्वाचा आकार आहे का? एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंतचे अंतर ७ अब्ज मैल व इतर सर्व तारे त्यापलीकडच्या अवकाशात विखुरलेले असतील का?

बऱ्याचशा खगोलशास्त्रज्ञांना असे वाटत नव्हते. तारे निरनिराळ्या अंतरावर आहेत आणि स्पष्ट दिसणाऱ्या ताऱ्यांपेक्षा अस्पष्ट दिसणारे तारे त्यांच्याहून अधिक दूर असावेत असे त्यांचे म्हणणे होते. तारे हे खरोखर आपल्या सूर्याप्रमाणे तळपणारे सूर्यच असावेत व अतिशय दूर अंतरावर असल्यानेच ते अस्पष्ट, धूसर दिसत असावेत अशीही त्यांना शंका होती. म्हणजेच त्यांच्यापैकी आपल्या सर्वात जवळ असणारा तारा देखील प्लुटोपेक्षाही कितीतरी दूर असावा लागेल. नाहीतर ते सर्व जर तेजस्वी सूर्य असतील तर ते इतके मंद दिसण्याचे दुसरे काय कारण असेल?

प्रत्यक्षात हे असेच आहे हे दाखवण्याचा काही मार्ग होता, की खगोलशास्त्रज्ञांना कायम केवळ अंदाजच बांधत बसावे लागणार होते?

इसवी सनापूर्वी १३०, इतक्या पूर्वीच ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञांनी आकाशातील वस्तूंचे अंतर मोजण्याची एक पद्धत शोधून काढली होती. त्याला पॅरॅलक्स असे नाव आहे. या पॅरॅलक्सचा उपयोग करण्यासाठी तुम्ही एकाच वस्तूकडे दोन निरनिराळ्या ठिकाणांहून पहायचे व त्या वस्तूच्या ठिकाणात कशा तऱ्हेचा बदल दिसतो त्याची नोंद करायची.

हे समजून घेण्यासाठी तुमचे बोट समोर धरून डावा डोळा बंद करा व उजव्या डोळ्याने त्या बोटाकडे पहा. त्यावेळी ते बोट पार्श्वभूमीच्या संदर्भात एखाद्या वस्तूजवळ दिसेल. तुमचे डोके व बोट त्याच ठिकाणी ठेवून आता उजवा डोळा बंद करा व डाव्या डोळ्याने बोटाकडे पहा. आता पार्श्वभूमीच्या संदर्भात बोटाची जागा तुम्हाला बदललेली दिसेल.

जागेत किती बदल होतो, हे बोट तुमच्या डोळ्यापासून किती अंतरावर होते यावर अवलंबून असते. ( हे स्वतः करून पहा.) बोट डोळ्यापासून जितके अधिक अंतरावर असेल, तितका जागेतील बदल, म्हणजेच पॅरॅलक्स, कमी असेल.

एखादी वस्तू डोळ्यांपासून अतिशय दूर असेल, तर हा फरक जाणवतही नाही.

खूप दूरवरच्या वस्तूचा पॅरॅलक्स पाहण्यासाठी प्रथम त्या वस्तूकडे एका जागेतून व त्यानंतर बऱ्याच अंतरावरील दुसऱ्या जागेतून परत त्याच वस्तूकडे पहावे लागते.

एखादा ग्रह अगर तारा इतक्या दूरवरच्या गोष्टीकडे पाहण्यासाठी एका मैलावरील दुसऱ्या जागेतून पाहणे पुरेसे ठरणार नाही. शेकडो मैलांच्या अंतरावरून पाहिले तर? इतर ताऱ्यांच्या पार्श्वभूमीवर त्या ताऱ्याच्या जागेत कदाचित किंचित फरक पडलेला दिसेल. निरीक्षण केलेल्या दोन ठिकाणांतील अंतर व पॅरॅलक्स यावरून त्या ग्रहाचे अथवा ताऱ्याचे अंतर गणिताने काढता येते.

सर्वात जवळचे तारेदेखील खूपच दूर आहेत ही यातील महत्त्वाची अडचण आहे, कारण पॅरॅलक्स अतिशय सूक्ष्म असेल तर तो मोजणेही कठीण होते.

१८३८ साली फ्रेडरिक डब्ल्यू. बेसल (१७८४-१८४६) या जर्मन खगोलशास्त्रज्ञाने अखेर एका जवळच्या ताऱ्याचा पॅरॅलक्स मिळवून तो मोजण्यात यश मिळवले. लवकरच इतर खगोलशास्त्रज्ञांनीही जवळच्या ताऱ्यांसंबंधीचे अशाच प्रकारचे निष्कर्ष जाहीर केले. त्यावरून, सर्वात जवळचे तारेदेखील प्लुटोप्रमाणे केवळ काही अब्ज मैलांवर नाहीत, तर ते हजारो अब्ज मैल अंतरावर आहेत असे दिसून आले.

'प्रॉक्सिमा सेंटोरी' म्हणजे 'मित्र' हा आपल्या सर्वात जवळचा तारा २५ हजार अब्ज मैलांवर आहे हे आता आपल्याला माहीत झाले आहे.

हा झाला सर्वात जवळचा तारा. इतर अनेक तारे मित्र ताऱ्याहून कितीतरी अधिक अंतरावर आहेत.

ताऱ्यांचे अंतर हजारो अब्ज मैलांच्या अंतरात मोजणे फारच गुंतागुंतीचे ठरते. अनेक शून्ये लिहिणे व मोजणे फारच गोंधळाचे होते. प्रकाशाचा उपयोग करून खगोलशास्त्रज्ञांनी एक अधिक चांगला मार्ग शोधून काढला आहे.

आपल्याला माहीत असणाऱ्या कोणत्याही गोष्टीपेक्षा प्रकाशाचा वेग अधिक असतो. एखादा विजेरीचा झोत सोडला, तर तो दर सेकंदाला १,८६,२८२ मैल या गतीने प्रवास करतो. पृथ्वीवरून चंद्रापर्यंत पोचायला प्रकाश किरणाला फक्त एक पूर्णांक एक चतुर्थांश सेकंद इतकाच वेळ लागेल. सूर्य व पृथ्वी यातील अंतर ९ कोटी ३० लक्ष मैल असूनही सूर्यकिरण पृथ्वीवर पोचायला फक्त ८ मिनीटेच लागतात.

प्रकाशकिरण एका वर्षात किती प्रवास करील?

एका वर्षात ३ कोटी १५ लाख ५७ हजार सेकंद असतात. त्याला जर १,८६,२८२ ने गुणले तर प्रकाशकिरण तेवढे मैल प्रवास एका वर्षात करील, हे उत्तर येते ५,८८०,००,००,००,०००. म्हणजे सुमारे ६ हजार अब्ज मैल. या अंतराला एक प्रकाश वर्ष म्हणतात.

सूर्याखेरीज आपल्या सर्वात जवळचा 'मित्र' हा तारा ४.४ प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे. प्रकाशाला तेथपासून आपल्यापर्यंतचे अंतर कापायला ४.४ वर्षे लागतात. आपण जेव्हा या ताऱ्याकडे पाहतो, तेव्हा ४.४ वर्षांपूर्वी तेथून निघालेला प्रकाश आपल्याला दिसतो.

अर्थात अमेरिकेतील फारच कमी लोक 'मित्र' तारा पाहू शकतात. आकाशात तो इतक्या दक्षिणेला आहे की दक्षिण फ्लॉरिडापेक्षा अधिक उत्तरेकडून तो दिसतच नाही.

व्याध हा रात्रीच्या आकाशातील सर्वात तेजस्वी तारा उत्तरेच्या आकाशात चांगला दिसू शकतो. तो ८.६३ प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे आणि तरीही तो आपल्या जवळच्या तान्यांपैकी एक आहे. आर्कट्युरस म्हणजे 'स्वाती' हा तेजस्वी तारा ४० प्रकाशवर्षे दूर आहे.

आपल्यापासून अधिकाधिक दूर असणाऱ्या तान्यांचे अंतर मोजण्यात खगोलशास्त्रज्ञांनी यश मिळवले आहे.

मृगशीर्ष नक्षत्रात 'रज्न्या' (रिगेल) नावाचा अतिशय तेजस्वी तारा आहे. तो ५४० प्रकाशवर्षे अंतरावर म्हणजे मित्र तान्याच्या तुलनेत १२० पट दूर आहे. आणि अर्थात काही तारे तर इतके दूर आहेत की त्यांचा पॅरॅलक्स इतका लहान असल्याने त्यांचे अंतर मोजणे अशक्यच आहे.

१८५० सालापर्यंत विश्व प्रचंड मोठे आहे हे स्पष्ट झाले.

## २

### आकाशगंगा

विश्व किती प्रचंड असू शकेल? अवकाशात तारे अधिकाधिक दूरवर विखुरलेले असतील व त्याला कुठे शेवटच नाही असे तर नसेल? याचा अर्थ विश्व अमर्याद, अनंतापर्यंत पसरलेले असेल का?

गॅलिलिओने शोधलेल्या अस्पष्ट धूसर प्रकाशाच्या आकाशगंगेत (मिल्की वे) असंख्य मंद तारे असल्याने विश्व अमर्याद नसेल असे काही खगोलशास्त्रज्ञांचे मत होते.

आकाशगंगेच्या दिशेने पाहिले असता, दूरवरच्या असंख्य तान्यांचा अस्पष्ट प्रकाश एकमेकांत मिसळून गेल्याने ते धूसर, धुक्यासारखेच दिसते. इतर दिशांना असे धुके दिसत नाही म्हणून त्या दिशांना इतके तारे नसावेत असे प्राचीन काळातील खगोलशास्त्रज्ञांना वाटत असे. खूप दूरवरचे अंतर गाठण्यापूर्वीच ते संपुष्टात येत असावेत.

सर्वात जवळच्या तान्यांच्या अंतराचे गणिती पद्धतीने मोजमाप करण्याच्याही बऱ्याच पूर्वी, विल्यम हर्षल (१७३८-१८२२) या जर्मन- इंग्रज खगोलशास्त्रज्ञाने १७८४ साली याचा विचार केला.

आकाशाच्या काही भागात इतर भागांपेक्षा अधिक तारे आहेत का हे पाहण्यासाठी त्याने तारे मोजायचे ठरवले.

अर्थातच आकाशातील सर्वच तारे तो मोजू शकला नाही. दुर्बिणीतून दिसणारे कोट्यवधी तारे होते व ते सर्व मोजणे हे एक प्रचंड काम होते. त्याऐवजी हर्षलने एक सोपा उपाय शोधला. त्याने आकाशातील निरनिराळ्या ठिकाणचे एकाच आकाराचे विभाग निवडले. त्याने असे ६८३ विभाग घेतले व त्या लहान लहान विभागातील सर्व तारे मोजले.

एखाद्या विभाग आकाशगंगेच्या जितका जवळ असेल, तितके त्यात जास्त तारे असत. जे विभाग आकाशगंगेहून सर्वाधिक दूर होते त्यात सर्वात कमी तारे असत.

आकाशगंगेच्या जसजसे जवळ जावे तसे त्या विभागात तान्यांची गर्दी वाढते असा याचा अर्थ होता का?

हर्षलला तसे वाटले नाही. अवकाशात तारे सारख्याच प्रमाणात विखुरलेले असावेत परंतु काही दिशांना ते अधिक अंतरावर विखुरलेले असावेत ही शक्यता त्याला तार्किकदृष्ट्या अधिक योग्य वाटली.

दुसऱ्या शब्दात सांगायचे तर सर्व तारे एखाद्या चेंडूच्या आकारात विखुरले असावेत असे त्याला वाटत नव्हते. समजा आपण त्या चेंडूच्या केंद्रस्थानी आहोत अशी कल्पना करा. आपण पाहू त्या प्रत्येक दिशेला या चेंडूच्या कडेपर्यंत आपण तारे पाहू शकू. कोणत्याही दिशेने पाहिले तरी हे अंतर तेच असणार, आणि आपल्याला तेवढेच तारे दिसतील.

त्याऐवजी अशी कल्पना करा की तारे एखाद्या चपट्या लंबवर्तुळाकार वड्याच्या आकारात विखुरले असून आपण त्याच्या मध्यभागी आहोत. वड्याच्या लांबीकडील दिशेने पाहिले असता, कडेपर्यंत पसरलेले तारे पाहण्यासाठी आपल्याला खूप दूरवरच्या अंतरापर्यंत पहावे लागेल.

ते असंख्य तारे अस्पष्ट होत जाऊन धूसर प्रकाशच फक्त दिसेल. हा वडा जर वर्तुळाकृती असेल, तर या धूसर प्रकाशाचे एक गोलाकार वलय आकाशात दिसेल आणि आकाशगंगा नेमकी अशीच दिसते.

ज्या बाजूला वडा अधिक चपटा असेल, त्याबाजूला आपण लवकरच तान्यांच्या कडेला पोचू म्हणून त्याबाजूला थोडेच तारे असतील आणि धूसर प्रकाश दिसणारच नाही.

आकाशात दिसणारे सर्व तारे जर चपट्या वड्याच्या आकारात पसरलेले असतील, तर आकाशगंगेच्या प्रकाशाच्या पट्ट्याच्या जवळ यावे तसे तारे अधिक जवळ जवळ असलेले दिसतील. हर्षलला नेमके तसेच दिसले होते.

म्हणून विश्वात दिसणारे तारे लंबवर्तुळाकार चपट्या वड्याच्या आकारात विखुरले आहेत असा हर्षलने निष्कर्ष काढला.

तान्यांच्या या संपूर्ण समुहाला ग्रीक शब्दावरून 'गॅलॅक्सी' (दीर्घिका) असे नाव देण्यात आले.

आकाशगंगा किती मोठ्या आकाराची असेल हे हर्षलला माहीत नव्हते कारण कोणतेच तारे किती दूर आहेत याची त्याला कल्पना नव्हती. परंतु, दोन ताऱ्यांमधील सरासरी अंतर किती असेल यावरून आकाशगंगा केवढी असेल यासंबंधी त्याने काही अंदाज बांधले.

जवळच्या ताऱ्यांचे अंतर एकदा माहीत झाल्यावर लोकांनी हर्षलने वर्तवलेल्या अंदाजाचा परत विचार केला. त्यानुसार आकाशगंगेची लांब बाजू ८,००० प्रकाशवर्षे इतकी तर अरुंद बाजू १,५०० प्रकाशवर्षे इतकी असावी व त्यात सुमारे ३० कोटी तारे असावेत. (दुर्बिणीतून दिसणाऱ्या ताऱ्यांच्या हे सुमारे ५०,००० पट आहे.)

खरोखर आकाशगंगेचा हा आकार आहे का? आकाशगंगा म्हणजेच संपूर्ण विश्व आहे का? तसे असेल तर विश्व खूप मोठे आहे पण ते अमर्याद म्हणता येणार नाही.

नंतरच्या खगोलशास्त्रज्ञांनी हर्षलच्या पद्धतीत सुधारणा केल्या. त्यांच्याकडे अधिक चांगल्या दुर्बिणी होत्या व छायाचित्रणाच्या नव्या तंत्राचा वापर करून त्यांनी आकाशाची छायाचित्रे काढली. त्यामुळे आकाशात पाहण्याऐवजी छायाचित्रात पाहून तारे मोजणे त्यांना सोपे झाले.

आकाशगंगेच्या आकारासंबंधीचा हर्षलचा अंदाज योग्य होता पण तिचे आकारमान मात्र त्याच्या अंदाजापेक्षा बरेच मोठे होते. १९२० साली जॅकोबस सी. कॅप्टिन (१८५१-१९२२) या डच खगोलशास्त्रज्ञाने आकाशगंगेची लांब बाजू ५५,००० प्रकाशवर्षे व अखूड बाजू ११,००० प्रकाशवर्षे असावी असा अंदाज वर्तवला.

आकाशगंगा सर्व दिशांनी साधारणपणे सारखीच तेजस्वी दिसते म्हणून आपली सूर्यमाला आकाशगंगेच्या केंद्रस्थानापासून अगदी जवळ असावी असे हर्षल व कॅप्टिन या दोघांचेही मत होते. परंतु आकाशगंगेबाबत अशी एकच गोष्ट होती की ज्यामुळे आपली सूर्यमाला केंद्रस्थानी नसावी असे वाटत होते. ती म्हणजे ताऱ्यांचे गट किंवा गुच्छ (ग्लोब्युलर क्लस्टर्स). हजारो तारे अशा गुच्छात असून त्यांचा एक चेंडूसारखा गोल बनतो.

हर्षलने स्वतःच त्यांचा शोध लावला होता. एकोणिसाव्या शतकात एकूण सुमारे १०० तारकागुच्छांचा शोध लागला होता. आकाशगंगेत सर्वत्रच असे गुच्छ विखुरलेले दिसायला हवे होते. आपली सूर्यमाला जर आकाशगंगेच्या मध्यभागी असेल तर ताऱ्यांचे असे गुच्छ आपल्याला सर्वच दिशांना दिसायला हवेत.

पण ते तसे दिसत नाहीत! बहुतेक सर्व गुच्छ आकाशाच्या अर्ध्याच भागात एकवटलेले दिसतात. वास्तविक त्यापैकी एक तृतीयांश गुच्छ तर धनू (सॅजिटॅरियस) या राशीत आढळतात व या राशीने केवळ २ टक्के इतकेच आकाश व्यापले आहे. हे असे का असावे हे एक कोडेच होते.

१९१२ साली हेन्रीएटा स्वॉन लेविट (१८६८-१९२९) नावाच्या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञ सिफेड्डझ नावाच्या ताऱ्यांचा अभ्यास करीत होत्या. नियमितपणे तेजस्वी व मंद असा चक्राकार रितीने तेजात फरक पडणारे असे हे 'बदलणारे' किंवा 'रूप विकरी' तारे असतात. अशा प्रत्येक ताऱ्याचा एकदा तेजस्वी होऊन परत मंद होण्याचा असा एक विशिष्ट कालावधी असतो.

तारा जितका अधिक तेजस्वी असेल तितका त्याचा कालावधी मोठा असतो असे लेविटच्या लक्षात आले. ज्यांचा पॅरॅलॅक्स मोजणेही अशक्य होते अशा आकाशगंगेत अतिशय दूरवर पसरलेल्या वस्तूंचे अंतर जाणून घेण्यासाठी याचा उपयोग करून घेता आला.

उदाहरणार्थ अशी कल्पना करा की एखाद्या खगोलशास्त्रज्ञाला एकच कालावधी असणारे असे दोन तारे दिसले. याचा अर्थ एकाच अंतरावरून पाहिले असता हे दोन्ही तारे सारखेच तेजस्वी असणार. तथापि, या दोन्हीपैकी एकच तारा अधिक तेजस्वी दिसतो. याचा एकच अर्थ होतो, तो म्हणजे तेजस्वी दिसणारा तारा मंद दिसणाऱ्या तार्यापेक्षा अधिक जवळ असणार. (त्याच प्रकारे तुम्हाला रस्त्यावर असलेल्या दोन दिव्यांपैकी एक अधिक तेजस्वी दिसला, तर तो दिवा तुमच्या अधिक जवळ आहे असेच तुम्ही समजता.)

अर्थातच हे काही तितकेसे सोपे नाही. खगोलशास्त्रज्ञांना त्यासाठी खूप गुंतागुंतीची मोजमापे घेऊन गणिते करावी लागली. अखेर, खूप मोठाली अंतरे मोजण्यासाठी या तार्यांचा ते उपयोग करू लागले.

हार्लो शॅप्ली (१८८५-१९७२) या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाला यात विशेष स्वारस्य होते. त्यांनी तार्यांच्या गुच्छांचा बारकाईने अभ्यास केला व हे 'रूप विकरी तारे' त्यांना सर्वात आढळले. त्यांचा कालावधी व तेज यांचे मोजमाप घेऊन हे तारकागुच्छ किती अंतरावर आहेत याचा त्यांनी शोध घेतला.

सर्वच तारकागुच्छ सहस्रावधी प्रकाशवर्षे अंतरावर होते. विशेष म्हणजे, त्यांच्या अंतरावरून व आकाशातील स्थानावरून एखाद्या केंद्राभोवती चेंडूच्या आकाराची त्यांची रचना दिसत होती. तारकागुच्छ ज्या केंद्राभोवती एकवटले आहेत तेच आकाशगंगेचे केंद्रस्थान असावे असा निष्कर्ष शॅप्ली यांनी काढला. तसे असल्यास आकाशगंगेचे केंद्रस्थान धनू राशीच्या दिशेला व आपल्यापासून खूपच दूर असणार. याचा अर्थ आपली सूर्यमाला आकाशगंगेच्या केंद्राजवळ नसून, तिच्या एका टोकाजवळ असणार.

तसे असल्यास, आकाशगंगा आकाशात सर्वत्र सारखीच तेजस्वी कशी काय दिसते? धनू राशीजवळ ती विरुद्ध बाजूच्या आकाशापेक्षा अधिक तेजस्वी का दिसत नाही? ( वास्तविक, धनू राशीपाशी ती इतर ठिकाणांपेक्षा अधिक तेजस्वी दिसते.)

तार्यांदरम्यानच्या भागात धूळ व वायूचे ढग इतस्ततः विखुरलेले असतात हे त्यामागचे कारण आहे. दुर्बिणीचा शोध लागल्यानंतर असे ढग दिसू लागले. आकाशगंगेत असे अनेक ढग आहेत व त्यांच्यामागे दडलेल्या तार्यांचे तेज अर्थातच झाकले जाते. आकाशगंगेच्या केंद्रस्थानातून निघालेला प्रकाश आपल्यापर्यंत पोचू शकत नाही म्हणूनच तो आपल्याला दिसत नाही. केवळ आपल्याला दिसू शकणाऱ्या आकाशगंगेच्या आपण केंद्रस्थानी आहोत.

शॅप्लीने या ढगांच्या परिणामाचा फारसा विचार केला नव्हता, तो रॉबर्ट जे. ट्रंप्लर (१८८६-१९५६) या स्विस-अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने केला. दूरवरच्या तार्यांचा प्रकाश त्यांच्या अंतरामुळे जेवढा मंद होईल त्यापेक्षा या ढगांमुळे तो कसा मंद होतो हे त्याने दाखवून दिले. लांब बाजूकडून आकाशगंगा १,००,००० प्रकाशवर्षे तर मध्यवर अखूड बाजूकडून ती १६,००० प्रकाशवर्षे या आकाराची आहे.

आपली सूर्यमाला आकाशगंगेच्या केंद्रापासून सुमारे ३०,००० प्रकाशवर्षे तर आपल्या बाजूच्या कडेपासून २०,००० प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे. आकाशगंगा मध्यभागी जाड असून कडांकडे कमी जाड होत जाते. आपली सूर्यमाला आहे त्या ठिकाणी ती फक्त ३,००० प्रकाशवर्षे जाड आहे.

अशा प्रकारे 'सेफिड्स' किंवा 'रूप विकरी ताऱ्यांच्या' मदतीने अंतर मोजता येण्यापूर्वी कॅप्टिनला वाटले होते त्यापेक्षा आकाशगंगा खूपच प्रचंड आहे. आता आकाशगंगेत ३०० अब्ज तारी आहेत असे माहीत झाले आहे. यापैकी सुमारे ८० टक्के तारे आपल्या सूर्यपेक्षा लहान आहेत. आकाशगंगेतील सर्व तारे जर आपल्या सूर्याएवढे असते, तर ते सुमारे १०० अब्ज झाले असते.



### इतर दीर्घिका

हर्षलने आकाशगंगेच्या आकारासंबंधीचे मत मांडल्यापासून सुमारे १५० वर्षांपर्यंत आकाशगंगा म्हणजेच विश्व असेच खगोलशास्त्रज्ञांना वाटत असे. आकाशगंगेचा आकार नेमका केवढा असेल याची ते चर्चा करीत असले तरी तेच संपूर्ण विश्व होते. निदान तसेच वाटत असे. आकाशगंगेच्या बाहेरही काही असल्याचे दुर्बिणीतूनही कोणाला दिसले नव्हते.

याला फक्त एकच अपवाद होता. दक्षिणेकडील दूरवरच्या आकाशात प्रकाशाचे दोन धूसर पट्टे, आकाशगंगेचे दोन तुकडे उडून गेल्याप्रमाणे असावेत असे दिसतात. त्यांना फर्डिनंड मेगॅलन (१४८०-१५२२) या पोर्तुगीज दर्यावर्दी संशोधकाच्या सन्मानार्थ 'मेगॅलनचे ढग' असे नाव देण्यात आले आहे.

मेगॅलन आपली जहाजे घेऊन पहिल्या जगप्रदक्षिणेला गेला, तेव्हा या जहाजावर निरीक्षणाचे काम करणारा माणूस हा हे ढग पाहणारा युरोपातील पहिलाच माणूस ठरला. जहाज दक्षिण अमेरिकेच्या दक्षिण टोकाजवळ असताना हे ढग दिसले. हे ढग इतक्या दक्षिणेला आहेत की युरोपसारख्या उत्तरेकडील कोणत्याच देशातून ते कधीच दिसत नाहीत.

दुर्बिणीतून मेगॅलनच्या ढगांचे निरीक्षण केले असता, आकाशगंगेप्रमाणेच ते असंख्य अस्पष्ट ताऱ्यांचे बनले आहेत असे दिसून येते. यातील काही तारे सिफेड्स म्हणजे 'रूप विकरी' तारेही आहेत. तेजस्वी ताऱ्यांच्या एका आवर्तनाचा कालावधी अधिक असतो हा शोध लेवितला मेगॅलनच्या ढगातील 'रूप विकरी' ताऱ्यांचा अभ्यास करीत असतानाच लागला होता.

या 'रूप विकरी' ताऱ्यांच्या आवर्तनाच्या कालावधीवरून, या दोन ढगातील मोठा ढग १,५५,००० प्रकाशवर्षांवर व लहान ढग १,६५,००० प्रकाशवर्षे अंतरावर होता असे खगोलशास्त्रज्ञांनी दाखवून दिले.

हे ढग आपल्या आकाशगंगेच्या बाहेर असून त्या आपल्या आकाशगंगेहून लहान अशा दोन स्वतंत्र दीर्घिका (गॅलेक्सी) मानता येतील. मोठ्या ढगात १० अब्ज तारे असावेत तर लहान ढगात बहुधा २ अब्ज तारे असावेत. दोन्ही ढगात एकत्रितरित्या देखील आपल्या आकाशगंगेच्या सुमारे १/२० इतकेच तारे असावेत.

आपली आकाशगंगा व या दोन लघुदीर्घिका एवढाच विश्वाचा पसारा असेल का?

तथापि, एक बाब तशी कोड्यात टाकणारीच होती. सायमन मॅरियस (१५७०-१६२४) या जर्मन खगोलशास्त्रज्ञाने १६१२ साली देवयानी (अँड्रोमिडा) या तारकासमूहाजवळच्या एका धूसर प्रकाशाच्या पट्ट्याचे वर्णन केले होते. हा एक अस्पष्ट दिसणारा तेजोमेघ (नेब्युला) होता. तो ज्या ठिकाणी होता त्यावरून याला 'अँड्रोमिडा तेजोमेघ' असे नाव देण्यात आले. हा बहुधा धूळ व वायूचा ढग असावा असे बहुतेक खगोलशास्त्रज्ञांचे मत होते. काही वेळा या ढगात काही तारे असल्याने हे तेजोमेघ उजळलेले दिसतात. प्रत्यक्षात, हा एक धूळ व वायूचा ढग असावा आणि आपल्याच गुरुत्वाकर्षणाने एकत्र येत असावा व या तेजोमेघाला प्रकाश देणारा तारा यातूनच तयार होत असावा असे काही खगोलशास्त्रज्ञांना वाटत होते.

१७९९ साली पियेर द लाप्लास (१७४९-१८२७) या फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञाने असे सुचवले होते की आपली सूर्यमालादेखील वायूच्या मोठ्या ढगामधूनच निर्माण झाली असावी. देवयानी तेजोमेघावरून याला 'तेजोमेघाचे गृहीतक' (नेब्युलर हायपोथेसिस) असेच म्हटले जात असे.

यात एक अडचण होती. ज्यात तारे होते असे तेजोमेघ त्यात असणाऱ्या धूळ व वायूमुळेच उजळले जातात व त्यातून येणाऱ्या प्रकाशात फक्त काही थोड्या लहरी असणारे प्रकाशकिरणच असतात. (प्रकाश निरनिराळ्या लांबीच्या सूक्ष्म लहरींचा बनलेला असतो.) पण ताऱ्यांप्रमाणेच देवयानी तेजोमेघातून शक्य त्या सर्व लांबीच्या प्रकाशलहरी येत होत्या. देवयानी तेजोमेघातून येणारा प्रकाश हा ताऱ्यांनी उजळलेल्या धूळ व वायूच्या ढगातून येणाऱ्या प्रकाशासारखा नव्हता, तर तो प्रत्यक्ष ताऱ्यांचा प्रकाशच होता. मग हा तेजोमेघ ताऱ्यांचाच बनला असेल का?

या कल्पनेतील मुख्य अडचण म्हणजे या तेजोमेघात एकही तारा दिसत नव्हता. हा तेजोमेघ अस्पष्ट अशा पांढरट धुक्यासारखाच दिसत होता.

देवयानी तेजोमेघात मधूनच कधीतरी अतिशय मंद ताऱ्यांसारखे प्रकाशाचे छोटेसे कण दिसत पण काही वेळ दिसल्यावर तेही दिसेनासेच होत.

अर्थात काही काळच तेजस्वी दिसणारे तारेही असतात. कधी कधी तारे अचानक खूप तेजस्वी होतात व नंतर आपल्या पूर्वस्थितीवर जातात. एरवी न दिसण्याइतका मंद तारा असा तेजस्वी झाल्यावर दिसू लागेल व नंतर पूर्वीप्रमाणेच दिसेनासा होईल. दुर्बिणीच्या शोधापूर्वी अशा ताऱ्यांना लॅटिनमधील 'नवे तारे' या अर्थाच्या शब्दावरून 'नोव्हा स्टेल' म्हणत असत. आता त्यावरूनच आपण त्यांना फक्त 'नोव्हा' म्हणूनच ओळखतो.

देवयानी तेजोमेघात मधूनच दिसणाऱ्या या प्रकाशकणांचा तेजोमेघाशी काही संबंध असेल का? की ते अवकाशातील दुसऱ्या कोठल्यातरी दीर्घिकेत असून आपल्याला या तेजोमेघासमोर दिसत असतील, पण त्यांचा कदाचित या चमकत्या धुक्याशी काहीच संबंध नसेल?

हेबर डी. कर्टिस (१८७२-१९४२) या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीच्या काळात या समस्येचा अभ्यास केला. हे नोव्हा तारे जर केवळ तेजोमेघासमोर दिसत असतील, तर इतर दिशांना देखील ते अशाच प्रकारे दिसायला हवेत, निदान काही दिशांना तरी.

पण तसे घडत नव्हते. देवयानी तेजोमेघात पुष्कळच नोव्हा दिसले (आतापर्यंत सुमारे १०० तरी मोजण्यात आले आहेत), पण आकाशात इतर कोणत्याच ठिकाणी इतक्या लहान भागात इतक्या नोव्हा दिसत नाहीत. देवयानी तेजोमेघासमोरील जागेत असे काहीतरी विशेष असण्यासारखे काहीच नाही. म्हणजे या नोव्हा तेजोमेघातच असणार आणि हा तेजोमेघच काहीतरी विशेष असला पाहिजे.

देवयानी तेजोमेघातील नोव्हासंबंधीचा दुसरा मुद्दा म्हणजे ते खूप मंद होते. आकाशात इतर ठिकाणी दिसणाऱ्या नोव्हांपेक्षा हे नोव्हा बरेच मंद होते. देवयानी तेजोमेघातील नोव्हा आकाशगंगेतील इतर कोणत्याही वस्तूपेक्षा खूप दूरवर

असल्याने मंद दिसत असतील का? तसे असल्यास, कदाचित हा तेजोमेघ तान्यांचाच बनला असेल, पण अतिशय दूर असल्याने त्यातील तारे स्वतंत्रपणे दिसत नसतील.

१८८५ साली अँड्रोमिडा तेजोमेघात एक तारा दिसला होता, तो इतर नोव्हांपेक्षा खूपच तेजस्वी होता. तो इतका तेजस्वी होता की कदाचित दुर्बिणीशिवायही दिसला असता. तो या तेजोमेघाचाच एक घटक असेल का?

आकाशाच्या इतर भागात एरवीच्या नोव्हांहून तेजस्वी असणाऱ्या नोव्हा क्वचितच दिसत असत असेही लक्षात आले. १९७२ साली असा एक तारा आकाशात दिसला होता. काही काळ तो शुक्रापेक्षाही तेजस्वी होता व कालांतराने दिसेनासा झाला. फ्रिट्झ झ्विकी (१८९८-१९७४) या स्विस खगोलशास्त्रज्ञाने अशा विशेष तेजस्वी नोव्हांना 'सुपरनोव्हा' असे नाव दिले.

काही थोड्या कालावधीसाठी सुपरनोव्हा सामान्य तान्यांच्या तुलनेत १०० अब्ज पट अधिक तेजस्वी असू शकत. १८८५ साली देवयानी तेजोमेघात दिसलेला तारा सुपरनोव्हा असेल का? काही काळ तो संपूर्ण तेजोमेघाइतका तेजस्वी असणे शक्य होते आणि तो तसाच होता.

पण १९७२ चा सुपरनोव्हा जर शुक्राहून तेजस्वी होता, तर मग देवयानी तेजोमेघातील सुपरनोव्हा दुर्बिणीशिवाय न दिसण्याइतका मंद का होता? कर्टिसने असा निष्कर्ष काढला की १९७२ चा सुपरनोव्हा आपल्यापासून बराच जवळ असणार आणि १८८५ चा सुपरनोव्हा आपल्यापासून अतिशय दूर, देवयानी तेजोमेघात असणार.

देवयानी तेजोमेघ आपल्या आकाशगंगेत (मिल्की वे) आहे की त्याच्या बराच पलीकडे आहे याबद्दल बरीच वर्षे खगोलशास्त्रज्ञांत चर्चा व वाद होत असत.

मग १९१७ साली अमेरिकेतील कॅलिफोर्नियात एक नवी दुर्बिणी बसवण्यात आली. तिच्या आरशाचा व्यास १०० इंच होता व तोपर्यंत बनवण्यात आलेल्या दुर्बिणींपैकी ती सर्वात मोठी व उत्तम दुर्बिणी होती. एडविन पी. हबल (१८८९-१९५३) हे अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञ ती वापरत असत व त्यांनी घेतलेल्या छायाचित्रांवरून देवयानी तेजोमेघ हा असंख्य लहान लहान तान्यांच्या गर्दीने बनला आहे असे स्पष्ट झाले.

कर्टिसचा अंदाज खराच होता. देवयानी तेजोमेघ खूपच दूर होता.

ही आपल्या आकाशगंगेहूनही मोठी अशी एक दीर्घिका होती. तेव्हापासून तिला 'देवयानी दीर्घिका' असे नाव देण्यात आले. कालांतराने देवयानी दीर्घिकेतील सिफेइड्स म्हणजे रूप-विकरी तारे सापडले आणि त्यांचे तेज व कालावधी यावरून या नव्या दीर्घिकेचे अंतरही मोजता आले.

सुरुवातीला हे अंतर खूपच कमी भरले, पण १९५२ साली वॉल्टर बाड (१८९३-१९६०) या जर्मन- अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने 'रूप विकरी तारे' दोन प्रकारचे असतात असे दाखवून दिले. त्यावरून गणिताची पद्धत बदलण्यात आली. योग्य पद्धतीने गणित केल्यावर देवयानी दीर्घिका २३ लाख प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे असे दिसून आले. मेगॅलनच्या ढगांपेक्षा हे अंतर १५ पट आहे आणि यात आपल्या आकाशगंगेपेक्षा जवळ जवळ दुप्पट तारे आहेत.

एकदा देवयानी तेजोमेघ ही दीर्घिका आहे असे समजल्यानंतर इतर अनेक दीर्घिकांचा शोध लावण्यात आला. आपली आकाशगंगा ही अनेक दीर्घिकांपैकी केवळ एक आहे आणि तिचे वेगळेपण दाखवण्यासाठी तिला 'मिल्की वे' म्हणजेच 'आकाशगंगा' या नावाने ओळखले जाते.

आपली आकाशगंगा (मिल्की वे), देवयानी दीर्घिका, मेगॅलनचे ढग (यांना आता दोन बटु दीर्घिका मानतात) आणि आणखी सुमारे दोन डझन बटु दीर्घिका यांचा एकत्रितरित्या दीर्घिकांचा 'गुच्छ' (क्लस्टर) बनतो व त्यांना 'स्थानिक गट' (लोकल ग्रुप) म्हणतात.

खगोलशास्त्रज्ञांनी आता लक्षावधी दीर्घिका शोधून काढल्या आहेत व त्यातील बहुतेक सर्व गुच्छांमध्ये विभागल्या आहेत. काही गुच्छ प्रचंड आहेत व त्यात हजारो दीर्घिका आहेत. आपल्याला दिसू शकणाऱ्या सर्वात दूरवरच्या दीर्घिका कोट्यवधी प्रकाशवर्षे दूर आहेत. याचा अर्थ, अशा दूरवरच्या दीर्घिकांचा जो प्रकाश आपल्याला दिसतो, त्याचा कोट्यवधी वर्षांचा प्रवास सुरू झाला, तेव्हा पृथ्वीवरील जीवन म्हणजे केवळ सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून दिसू शकतील असे अतिसूक्ष्म जीवच होते.

१९६३ साली खगोलशास्त्रज्ञांना क्वासार्स चा शोध लागला. त्या अतिदूरवरच्या, केंद्रस्थान तेजस्वी असणाऱ्या दीर्घिका आहेत असे काही शास्त्रज्ञांचे मत आहे. त्या इतक्या दूर आहेत की त्यांचे तेजस्वी असणारे केंद्रच फक्त दिसू शकते. याच कारणाने क्वासार्स मंद ताऱ्यांप्रमाणेच दिसतात. तथापि ते अब्जावधी प्रकाशवर्षे दूर आहेत. आपल्याला माहीत असलेला सर्वात दूरचा क्वासार १० अब्ज प्रकाशवर्षांहून अधिक अंतरावर आहे. त्यातून निघणाऱ्या प्रकाशाचा आपल्याकडे येण्यासाठीचा प्रवास पृथ्वी अस्तित्वात येण्यापूर्वी अब्जावधी वर्षांपासून सुरू झाला.

आपल्याला न दिसणाऱ्या अतिदूरवरच्या दीर्घिका धरून एकूण १०० अब्ज दीर्घिका आहेत आणि विश्वाची रुंदी २५ अब्ज प्रकाशवर्षे इतकी असावी. संपूर्ण विश्वाचा विचार केला, तर आपली आकाशगंगा म्हणजे विश्वातील एक लहानसा धुळीचा कण.

## ४

## प्रसरणशील दीर्घिका

विश्व कायमच अस्तित्वात होते का? ते तसे कायमच अस्तित्वात राहील का? या प्रश्नांची उत्तरे प्रकाशाशी संबंधित अशा काही शोधांवर अवलंबून आहेत.

प्रकाशात निरनिराळ्या लांबीच्या प्रकाशलहरींचे मिश्रण असते. सूर्यप्रकाश जेव्हा त्रिकोनी आकाराच्या काचेच्या तुकड्यातून म्हणजे लोलकातून (प्रिझम) जातो तेव्हा प्रकाशकिरण वळतात. लांब प्रकाशलहरी अखूड प्रकाशलहरींपेक्षा कमी प्रमाणात वळतात. म्हणून त्यांच्या लांबीप्रमाणे बनलेला एक पट्टा आपल्याला मिळतो, त्यात सर्वात लांब लहरी एका टोकाला तर सर्वात अखूड लहरी दुसऱ्या टोकाला दिसतात. यालाच आपण 'वर्णपट' (स्पेक्ट्रम) म्हणतो.

आपल्या डोळ्यांना निरनिराळ्या लांबीच्या लहरी निरनिराळ्या रंगात दिसतात, म्हणून वर्णपटात इंद्रधनुष्याचे रंग दिसतात. एका टोकाला सर्वात लांब लहर तांबड्या रंगाची, त्यानंतर नारिंगी, मग पिवळी, हिरवी, निळी व अखेर जांभळी ही सर्वात अखूड लहर वर्णपटाच्या दुसऱ्या टोकाला येते.

सूर्यप्रकाशात काही विशिष्ट लांबीच्या लहरींचा अभाव असतो. त्यामुळे वर्णपटातील काही ठिकाणी प्रकाश नसतो. वर्णपटात मग या जागी एक काळी रेषा उमटते तिला 'स्पेक्ट्रल लाइन' म्हणतात. सूर्यप्रकाशाच्या वर्णपटात अशा हजारो रेषा येतात.

प्रकाशाच्या इतर स्रोतांपासूनही वर्णपट मिळवता येतो व त्यात वेगळ्या प्रकारच्या स्पेक्ट्रल रेषा दिसून येऊ शकतात.

जेव्हा प्रकाशाचा एखादा स्रोत आपल्याकडे येत असतो, तेव्हा आपल्याला मिळणाऱ्या प्रकाशलहरींची लांबी कमी होते. म्हणून स्पेक्ट्रल रेषा वर्णपटातील जांभळ्या रंगाकडे झुकतात. याला 'नीलसृती' (व्हायोलेट शिफ्ट), म्हणजे जांभळ्या रंगाकडे झुकणे म्हणतात. तसेच एखादा प्रकाशस्रोत आपल्यापासून दूर जात असेल, तर आपल्याकडे येणाऱ्या प्रकाशलहरींची लांबी वाढते. मग स्पेक्ट्रल रेषा वर्णपटातील लांब लहरींच्या लाल रंगाकडे झुकतात. याला म्हणतात 'ताम्रसृती' (रेड शिफ्ट).

रेषांच्या या झुकण्याला 'डॉप्लर-फिझो इफेक्ट' असे नाव आहे. ऑस्ट्रियन शास्त्रज्ञ ख्रिस्चियन जे. डॉप्लर (१८०३-१८५३) यांनी १८४२ साली हा परिणाम प्रथम स्पष्ट केला. त्यांनी आवाजाच्या संदर्भात हे प्रथम शोधून काढले, पण त्यानंतर लवकरच आर्मंड एच.एल. फिझो (१८१९-१८९६) या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने ते प्रकाशालाही लागू होत असल्याचे दाखवून दिले.

यावरून आपल्याला ताऱ्यांसंबंधी काही माहिती मिळू शकते. ताऱ्याच्या प्रकाशाचा वर्णपट मांडता येतो व त्यात काळ्या स्पेक्ट्रल रेषाही दिसून येतात. विशिष्ट काळ्या रेषा ओळखून त्यावरून त्या वर्णपटात नेमक्या कोणत्या ठिकाणी असायला हव्यात याची पद्धत खगोलशास्त्रज्ञांनी शोधून काढली. त्याऐवजी प्रत्यक्षात जर त्या जांभळ्या रंगाकडे किंचित झुकत असतील, तर तो तारा आपल्या जवळ येत आहे. त्या जर लाल रंगाकडे किंचित झुकत असतील, तर तो तारा आपल्यापासून दूर जात आहे. या झुकण्याच्या मापनावरून या जवळ येण्याची अथवा दूर जाण्याची गतीही मोजता येते. विल्यम हगिन्स (१८२४-१९१०) या इंग्रज खगोलशास्त्रज्ञाला अखेर व्याध या ताऱ्याचा अतिशय अस्पष्ट असा वर्णपट मिळवण्यात यश आले. यात अल्प प्रमाणातील लाल रंगाकडे झुकणे (रेड शिफ्ट) त्यांच्या लक्षात आले, याचा अर्थ व्याध आपल्यापासून दूर जात आहे. आजच्या सर्वोत्तम निरीक्षणावरून तो प्रति सेकंदाला ५ मैल या वेगाने आपल्यापासून दूर जात आहे.

नंतरच्या काळात निरनिराळ्या खगोलशास्त्रज्ञांनी इतर ताऱ्यांचे वर्णपट मिळवले व ते कोणत्या गतीने आपल्याकडे येत आहेत अथवा दूर जात आहेत हे ते सांगू शकले. काही तारे आपल्याजवळ येत आहेत व इतर काही आपल्यापासून दूर जात आहेत याचे त्यांना आश्चर्य वाटले नाही. बहुतेकांचा वेग सेकंदाला ५ मैल ते ७० मैल या दरम्यानच होता.

१९१२ साली वेस्टो एम.स्लिफर (१८७५-१९६९) या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने देवयानी दीर्घिकेचा वर्णपट मिळवला. त्या वेळी अर्थातच ती दीर्घिका आहे हे माहीत झाले नव्हते. त्यावेळी तो केवळ एक धूळ व वायूचा ढग आहे अशीच कल्पना होती.

या अस्पष्ट वर्णपटात सूर्यप्रकाश किंवा ताऱ्यांचा प्रकाश यात असतात त्याप्रमाणेच काळ्या रेषा होत्या. या रेषा वर्णपटाच्या जांभळ्या रंगाकडे किंचित झुकल्या आहेत असे त्यांनी दाखवून दिले. देवयानी दीर्घिका सेकंदाला सुमारे १२० मैल या वेगाने आपल्याकडे येत होती. बहुतेक ताऱ्यांच्या गतीपेक्षा हा वेग थोडा अधिक होता, पण काही ताऱ्यांची गती अशी असू शकते म्हणून या वेगाचे स्लिफर यांना काही फारसे आश्चर्य वाटले नाही.

काळ्या रेषा दिसणाऱ्या इतर तेजोमेघांच्या वर्णपटाचा त्यांचा अभ्यास चालूच होता. १९१७ सालापर्यंत त्यांनी अशा १५ तेजोमेघांचा अभ्यास केला होता.

तोपर्यंत त्यांच्यापुढे दोन समस्या होत्या. सामान्यतः यापैकी अर्ध्याअधिक दीर्घिका आपल्याजवळ येत असाव्यात व अर्ध्या आपल्यापासून दूर जात असाव्यात अशी त्यांची अपेक्षा होती. पण तसे घडत नव्हते. देवयानी व आणखी एक तेजोमेघ आपल्याजवळ येत होते आणि राहिलेले इतर सर्व १३ तेजोमेघ आपल्यापासून दूर जात होते.

दुसरी समस्या होती या दूर जाण्याच्या वेगाची. दूर जाणाऱ्या १३ तेजोमेघांची सरासरी गती सेकंदाला ४०० मैल होती. माहीत असलेल्या कोणत्याही ताऱ्याच्या गतीपेक्षा हा वेग बराच जास्त होता.

स्लिफरने आणखीही मोजमापे घेतली व त्यांना दूर जाणाऱ्या गोष्टीच मिळाल्या व त्यांचा वेगही आणखीच वाढत गेला. तेजोमेघ म्हणजे दूरवरच्या दीर्घिका आहेत असे हबलने दाखवून दिल्यावर सर्व दीर्घिका इतर कशाहीपेक्षा इतक्या वेगाने का हालचाल करीत असाव्यात आणि त्या सर्व दूरच का जात असाव्यात याचा खगोलशास्त्रज्ञ विचार करू लागले. जवळ येणाऱ्या दोन्ही दीर्घिका 'स्थानिक गटा'तील होत्या. या गटाबाहेरील प्रत्येक दीर्घिका दूर जात होती, याला एकही अपवाद नव्हता.

मिल्टन एल. ह्यूमसन (१८९१-१९७२) हे आणखी एक खगोलशास्त्रज्ञ दूरवरच्या दीर्घिकांच्या वर्णपटासंबंधी हबलबरोबरच संशोधन करीत होते. या दीर्घिकांचा अतिशय मंद प्रकाश अनेक रात्री ते एकत्रित करीत होते म्हणजे त्यावरून त्यांचा अभ्यास करण्याजोगे छायाचित्र घेता येईल. १९२८ साली सेकंदाला २,४०० मैल या वेगाने दूर जाणाऱ्या एका अस्पष्ट अशा दीर्घिकेचा वर्णपट त्यांना मिळाला. १९३६ साली सेकंदाला २५,००० मैल वेगाने दूर जाणाऱ्या एका दीर्घिकेचा वर्णपट त्यांनी मिळवला.

हे वेग फारच विचित्र दिसत होते. त्यांचे काय स्पष्टीकरण असू शकेल?

हबलला यात विशेष स्वारस्य होते. या दूरच्या दीर्घिका किती अंतरावर असतील याचा अंदाज करण्याचा त्यांनी बराच प्रयत्न केला. त्यासाठी त्यांनी अनेक मार्गांचा अवलंब केला व अखेर वर्णपटांचा अभ्यास केलेल्या सर्व दीर्घिका त्यांनी त्यांच्या अंतराच्या क्रमाने मांडल्या.

हे केल्यावर एका असाधारण गोष्टीचा शोध लागला. दीर्घिका जितकी दूर असेल, तितकी ती अधिक वेगाने दूर जात होती. वाढत्या अंतराबरोबर दूर जाण्याच्या वेगात ठरावीक गतीने वाढ होत होती. याला 'हबलचा नियम' म्हणतात व तो प्रथम १९२९ साली मांडण्यात आला.

असे का होत असावे? आपल्या स्थानिक गटातील दीर्घिका सोडून इतर सर्व दीर्घिका आपल्यापासून दूर का जात असाव्यात? आणि त्या आपल्यापासून जितक्या दूर असतील तितक्या त्या अधिकाधिक वेगाने दूर का जात असाव्यात?

आल्बर्ट आईन्स्टाइन (१८७९-१९५५) या जर्मनीत जन्मलेल्या शास्त्रज्ञाच्या संशोधनातून या प्रश्नाचे उत्तर मिळाले. १९१५ साली त्यांनी विश्वाचे एक निराळेच वर्णन केले होते. ते त्यांच्या सापेक्षतावादाच्या सिद्धांतावर (जनरल थिअरी

ऑफ रिलेटिव्हिटी) आधारित होते. या सिद्धांताचा भाग म्हणून संपूर्ण विश्वाच्या गुणधर्मांबद्दल त्यांनी काही समीकरणे 'फील्ड इक्वेशन्स' म्हणून मांडली होती.

आईन्स्टाइनच्या मते विश्व 'स्थिर' (स्टॅटिक) मानले जावे - म्हणजे काळाबरोबर त्यात बदल होत नसावा. याच कारणाने अशा स्थिर विश्वाला लागू होण्यासाठी त्यांच्या समीकरणात त्यांनी आणखी एक घटक घातला.

विल्हेम द सिटर (१८७२-१९३४) या डच खगोलशास्त्रज्ञाने १९१७ साली असे दाखवून दिले की, आईन्स्टाइनच्या समीकरणातून नवा घटक काढून टाकल्यास सतत प्रसरण पावणाऱ्या, वाढणाऱ्या विश्वाचे स्पष्टीकरण देता येते.

यासाठी, विश्वात तारे अथवा इतर कोणत्याच वस्तू नाहीत अशी तात्पुरती कल्पना त्याने केली होती. अलेक्झांडर ए. फ्रीडमन (१८८८-१९२५) या रशियन गणितज्ञाने १९२२ साली असे दाखवून दिले की, जरी तारे विचारात घेतले तरी देखील फील्ड इक्वेशनचा अर्थ सतत प्रसरण पावणारे विश्व असाच होतो. आर्थर एस. एडिंग्टन (१८८२-१९४४) या इंग्रज खगोलशास्त्रज्ञाने १९३० साली असे दाखवून दिले की आईन्स्टाइनच्या कल्पनेतील स्थिर विश्व जरी अस्तित्वात असले तरी ते स्थिर राहू शकणार नाही. ते प्रसरण तरी पावेल नाहीतर आकुंचन तरी पावेल व ती क्रिया चालूच राहील.

आईन्स्टाइनला त्याचे फील्ड इक्वेशन सुरुवातीला होते तसेच ठेवावे लागले. नवा घटक निर्माण करणे ही त्याची सर्वात मोठी चूक होती असे त्याने नंतर म्हटले.

आईन्स्टाइनच्या फील्ड इक्वेशनद्वारे हबलच्या नियमाचे स्पष्टीकरण देता आले. विश्व प्रसरण पावत होते. दीर्घिकांचे गुच्छ गुरुत्वाकर्षणाने एकत्र राहिले होते, पण निरनिराळे गुच्छ एकमेकांपासून दूर जात होते कारण प्रसरण पावणारे विश्व त्यांना दूर खेचत होते.

विश्वातील प्रत्येक घटक एकाच गतीने प्रसरण पावतो अशी कल्पना केल्यास हबलला जे दिसले नेमके तेच आपल्याला दिसून येईल. स्थानिक गटाबाहेरच्या दीर्घिका आपल्यापासून दूर जाताना दिसतील. त्या जितक्या दूर असतील, तितक्या त्या वेगाने दूर जाताना दिसतील.

म्हणजे आपण कोणी विशेष आहोत असे नाही. दुसऱ्या कोणत्या तरी दीर्घिकेवरून आपण आकाशाकडे पाहिले तर आपल्याला हीच स्थिती दिसेल. दीर्घिकांचे गुच्छ मुद्दामच आपल्यापासून दूर जात आहेत असे नसून ते सर्व एकमेकांपासून दूर जात आहेत.

आईन्स्टाइनचा सिद्धांत व हबलचा नियम यांच्यावर आधारित, प्रसरण पावणाऱ्या विश्वाच्या कल्पनेतून विश्वाची सुरुवात व शेवट या संबंधीचा प्रश्न आपल्यासमोर येतो.



थोडा वेळ आपण प्रसरण पावणाऱ्या विश्वाचा विचार करीत आहोत अशी कल्पना करूया. विश्व प्रसरण पावत असल्याने गेल्या वर्षी होते त्यापेक्षा ते यावर्षी अधिक मोठे आहे - आणि त्यापूर्वीच्या वर्षापेक्षा ते गेल्या वर्षी मोठे होते वगैरे वगैरे... आपण काळाच्या संदर्भात मागे मागे जात विचार केला, तर विश्व लहान लहान होत जाऊन अखेर ते 'काहीच नाही' या थरापर्यंत पोचेल.

जॉर्ज इ. लमेत्र (१८९४-१९६६) या बेल्जियन खगोलशास्त्रज्ञाने प्रथम हा विचार मांडला. १९२७ साली त्यांनी असे मत मांडले की खूप दूरच्या भूतकाळात विश्व एखाद्या 'वैश्विक अंड्या'सारख्या (कॉस्मिक एग) लहानशा पदार्थात ठासून भरलेले असेल.

या वैश्विक अंड्याचा अचानक स्फोट होऊन ते इतस्ततः विखुरले गेले असेल आणि या मूळच्या स्फोटाचा परिणाम म्हणूनच ते अद्यापही प्रसरण पावत असेल असे त्याचे म्हणणे होते.

जॉर्ज गॅमॉव्ह (१९०४-१९६८) या रशियन-अमेरिकन शास्त्रज्ञाने या मताला दुजोरा दिला. या वैश्विक अंड्याच्या स्फोटाला त्याने 'बिग बॅंग' किंवा 'महास्फोट' असे नाव दिले व तीच विश्वाची उत्पत्ती किंवा सुरुवात होय असे मानले. विश्व अगदी छोट्याशा रूपात असेल अशी स्थिती मानण्यासाठी आपल्याला भूतकाळात किती मागे जावे लागेल? हा महास्फोट कधी झाला असेल आणि विश्वाचे आताचे वय काय असेल?

विश्व कोणत्या गतीने प्रसरण पावत आहे यावर ते अवलंबून राहिल. ते जितक्या जलद गतीने प्रसरण पावत असेल, तितके ते जलद गतीने वाढले आहे आणि तितकाच त्याला आजच्या स्थितीपर्यंत येण्यास कमी वेळ लागला असणार.

१९२९ सालीच विश्व किती वेगाने प्रसरण पावत आहे याचे गणित हबलने केले होते व हा वेग त्याने शोधून काढलेल्या 'हबल कॉन्स्टंट' या नावाच्या घटकावर अवलंबून होता. हा घटक जितका मोठा असेल, तितक्या जलद गतीने विश्व प्रसरण पावले असणार, म्हणजेच महास्फोटापासूनचा कालावधी कमी असणार. हबलच्या मूळच्या घटकानुसार महास्फोट २ अब्ज वर्षांपूर्वी झाला असावा म्हणून तेच विश्वाचे वय असावे.

पृथ्वीसंबंधी संशोधन करणाऱ्या शास्त्रज्ञांना याचे अतोनात आश्चर्य वाटले. पृथ्वीवरील काही पाषाणांचे वय नक्कीच ३ अब्ज वर्षांहून अधिक होते अशी त्यांची खात्री होती आणि धूळ व वायूच्या ढगामधून सूर्यमालेची निर्मिती ४ अब्ज ६० कोटी वर्षांपूर्वी झाली असावी याबाबतही ते ठाम होते. आपल्या सूर्यमालेचे वय विश्वाच्या वयाहून अधिक कसे काय असू शकेल?

जवळ जवळ २० वर्षे हे कोडे सुटलेच नाही. खगोलशास्त्रज्ञांचे म्हणणे खरे होते की भूगर्भशास्त्रज्ञांचे?

१९५२ साली 'रूप विकरी तारे', दोन प्रकारचे असतात असे बाडने दाखवून दिल्यावर खगोलशास्त्रज्ञांचे मत चुकीचे होते असे दिसून आले. सिफेइड्सचा वापर करून नव्या प्रकाराने अंतर मोजल्यावर अगोदर वाटले होते त्यापेक्षा विश्व कितीतरी मोठे आहे हे सिद्ध झाले. याचा अर्थ, 'हबल घटक' पूर्वी मानला होता त्यापेक्षा बराच लहान होता. आणि त्याचाच अर्थ विश्व आता आहे त्या आकारमानापर्यंत पोचायला महास्फोटापासून बराच अधिक अवधी गेला असणे भाग होते.

सूर्यमालेपेक्षा विश्वाचे वय निश्चितच अधिक आहे, पण ते किती हे मात्र नक्की नाही. काही खगोलशास्त्रज्ञांच्या मते महास्फोट १० अब्ज वर्षांपूर्वी झाला तर काहींना वाटते की तो २० अब्ज वर्षांपूर्वी झाला असावा. या दोन्हीचा सुवर्णमध्य घेऊन विश्वाची निर्मिती सुमारे १५ अब्ज वर्षांपूर्वी झाली असावी असे म्हणणेच योग्य वाटते.

खरोखरच महास्फोट झाला असावा याबद्दल काही खगोलशास्त्रज्ञांना खात्री नव्हती. दीर्घिका जरी दूर जात होत्या व विश्व प्रसरण पावत होते, तरी कदाचित संश्रुतीने नवे पदार्थद्रव्य (मॅटर) तयार होत असेल व जुन्या दीर्घिका दूर जाण्याने निर्माण झालेल्या रिकाम्या जागेत नव्या दीर्घिका निर्माण होत असतील अशीही एक शक्यता होती.

यालाच 'निरंतर निर्मिती' चे तत्त्व (थिअरी ऑफ 'कंटिन्युअस क्रिएशन') असे म्हणतात. फ्रेड हॉईल (१९१५- ) हे इंग्रज खगोलशास्त्रज्ञ आणि हेरमान बॉडी (१९१९- ) व थॉमस गोल्ड (१९२०- ) या ऑस्ट्रेलियात जन्मलेल्या दोन खगोलशास्त्रज्ञांनी १९४८ साली हे तत्त्व मांडले. जर निरंतर निर्मिती खरी असेल, तर जितक्या मागे भूतकाळात जावे तेव्हादेखील ते आजच्यासारखेच असेल. म्हणजे विश्व कायमच अस्तित्वात होते व त्याची कोठेच सुरुवात अशी नव्हतीच असे मानावे लागेल.

ज्यावेळी निरंतर निर्मितीचे तत्त्व मांडले जात होते, जवळजवळ त्याच सुमारास, जर खरोखरच महास्फोट झाला असेल, तर संपूर्ण विश्व (सुरुवातीला ते लहानसेच असेल) अत्यंत उष्ण अशा किरणोत्सर्गाने - 'ट्रिलियन्स ऑफ ट्रिलियन्स' ( एक ट्रिलियन = एक हजार अब्ज किंवा एक शंख, म्हणजे एकावर १२ शून्ये) अंशाने - भरून गेले असेल याकडे गॅमॉव्हने लक्ष वेधले होते. विश्व जसे प्रसरण पावत गेले, तसेच हा किरणोत्सर्गदेखील प्रसरण पावला असणार व तापमान झपाट्याने खाली आले असणार.

आता, महास्फोटानंतर अब्जावधी वर्षांनंतर विश्व बरेचसे थंड होऊन त्याचे सरासरी तापमान खूपच कमी झाले असणार. विशेष म्हणजे, गरम असताना किरणोत्सर्गाच्या लहरी अतिशय अखूड असतात व तापमान कमी होईल तशी त्यांची लांबी वाढत जाते. आतापर्यंत मूळच्या महास्फोटापासून निघालेल्या किरणोत्सर्गाच्या लहरी ताणल्या जाऊन त्या आपण आता ज्याला रेडियो लहरी म्हणतो, त्यास्वरूपात असायला हव्यात.

म्हणून आकाशात जर अस्पष्ट अशा रेडिओ लहरी सापडल्या तर त्यावरून या किरणोत्सर्गाचा शोध घेता येईल असे गॅमॉव्हला वाटत होते. दुर्बिणीतून अवकाशात जितके दूरवर पहावे तितके त्या दूरवरच्या अंतरावरून किरणोत्सर्ग आपल्यापर्यंत पोचायला अधिक वेळ लागणार. आपण अवकाशात अतिशय दूरवर पाहिले तर महास्फोटाच्या वेळेपासून अवकाशात प्रवास करणाऱ्या किरणोत्सर्गाच्या लहरी आपल्याला सापडतील. कोणत्याही दिशेने इतक्या दूरवर पाहिले, तर महास्फोटाचा पुरावा आपल्याला मिळायला हवा. म्हणजे या रेडियोलहरी सर्व दिशांनी एकाच प्रकारे यायला हव्यात. भूतकाळातील महास्फोटाचा आवाज एक प्रकारच्या कुजबुजण्याच्या आवाजाप्रमाणे आपल्यापर्यंत पोचायला हवा.

गॅमॉव्हने हे सुचवले त्यावेळी अवकाशातून येणाऱ्या अशा प्रकारच्या अस्पष्ट रेडियो लहरी पकडू शकतील अशा तऱ्हेची यंत्रसामग्री आपल्याकडे नव्हती. पण जसजशी वर्षे गेली, तसतशा खगोलशास्त्रज्ञांनी अधिकाधिक चांगल्या

रेडियोदुर्बिणी बनवल्या. रॉबर्ट एच. डिकी (१९१६- ) या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञाने गॅमॉव्हाचा विचार १९६४ साली परत एकदा अभ्यासण्यास सुरुवात केली.

पार्श्वभूमीवरील रेडियोलहरींच्या किरणोत्सर्गाचा शोध ताबडतोब सुरू झाला. आर्नो ए. पेंझियस (१९३३- ) व रॉबर्ट डब्ल्यू. विल्सन (१९३६- ) या दोन अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञांनी १९६५ साली असा किरणोत्सर्ग शोधण्यासाठी अतिशय संवेदनशील यंत्रसामुग्री सज्ज केली. लवकरच अशा प्रकारचा किरणोत्सर्ग सापडल्याचे त्यांनी जाहीर केले आणि गॅमॉव्हने तो कसा असावा याचा जो अंदाज केला होता, नेमका तसाच तो होता.

तेव्हापासून अनेक खगोलशास्त्रज्ञांनी पार्श्वभूमीतील या किरणोत्सर्गाचा अभ्यास केला आहे व महास्फोट निश्चितच झाला होता याचा हा महत्वाचा पुरावा मानला जातो. निरंतर निर्मितीच्या शक्यतेचा विचार त्यामुळे मागे पडला आहे.

दुर्बिणीतून दूरवर पाहिले असता आपल्यापासून सर्वात दूरचा क्वासार १० अब्ज प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे. आपल्याला आता दिसणारा त्याचा प्रकाश तिथून १० अब्ज वर्षांपूर्वी निघाला आहे, महास्फोटानंतर खूप कालावधीने नव्हे. काही क्वासार्स याहूनही अधिक दूरवर असतील का? बहुधा नसतीलही. सर्वात दूरच्या क्वासारच्या पलीकडे नुसतेच धूसर दिसते. कदाचित १२ किंवा १५ अब्ज वर्षांपूर्वीच्या महास्फोटातून निघालेल्या किरणोत्सर्गाकडे आपण पाहत असू. भविष्यात काय होणार आहे?

एक शक्यता अशी आहे की, विश्व असेच आणखी आणखी प्रसरण पावत राहील. सर्व दीर्घिका दूर जात राहतील, आतापासून हजारो अब्ज वर्षांनंतर आपल्या स्थानिक गटातील दीर्घिका सोडल्यास बाकीच्या दीर्घिका कोणत्याही साधनांनी पाहता येण्यापलीकडे गेल्या असतील. म्हणजे हे 'खुले विश्व' (ओपन युनिव्हर्स) असेल.

तथापि, दीर्घिका दूर जात असताना देखील त्यांच्यावर इतरांच्या गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम होत असतो. गुरुत्वाकर्षणाने या प्रसरणाची गती कालांतराने कमी होते. कदाचित हे प्रसरण अखेर शून्यापर्यंत खालीही येऊ शकेल. विश्वाचे प्रसरण थांबेल व त्यानंतर अत्यंत संथ गतीने ते आकुंचन पावू लागेल. आकुंचन चालूच राहील, त्याची गती वाढत जाईल, अखेर सर्व दीर्घिका एकत्र येऊन त्यांचे 'महाआकुंचन' (बिग क्रंच) होईल. ते एक 'बंद' अथवा 'मर्यादित' विश्व (क्लोज्ड युनिव्हर्स) असेल.

विश्व जर बंद झाले, तर महास्फोटासाठीचे द्रव्य शून्यातून आले असेल, ते महा-आकुंचनानंतर शून्यातच परत जाईल. किंवा, काही विशिष्ट मर्यादितपर्यंतच सर्व दीर्घिका एकत्र येत राहतील व त्यानंतर परत एक महास्फोट होईल. कदाचित विश्वाचे प्रसरण होते, त्यानंतर परत आकुंचन होते, परत प्रसरण- आकुंचन आणि हे चक्र असे कायमच चालू राहते. याला आपण हेलकावणारे किंवा 'दोलायमान विश्व' (ऑसिलेटिंग युनिव्हर्स) म्हणू शकू.

मग, विश्व खुले आहे की बंद? जर ते बंद असेल, तर ते एकदाच अस्तित्वात आले असेल की, दोलायमान असेल?

खगोलशास्त्रज्ञांना अद्याप याबाबत पूर्ण खात्री नाही. विश्व कायमच प्रसरण पावत राहील, की कधीतरी त्याचे प्रसरण थांबून आकुंचन होईल हे विश्वाच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीवरच अवलंबून राहील. विश्वाच्या आकारमानात किती

'पदार्थद्रव्य' (मॅटर) आहे यावरच गुरुत्वाकर्षणाची शक्ती ठरते. दीर्घिका व तारे आणि इतर द्रव्य हे गुरुत्वाकर्षण वाढवणारे घटक विश्वाच्या आकारमानात किती प्रमाणात एकवटले आहेत यावरच ते अवलंबून राहिल.

आपण जर केवळ तारे व दीर्घिकांचाच विचार केला, तर विश्वाचे प्रसरण थांबवण्यासाठी त्याच्या आकारमानाच्या प्रमाणात आवश्यक असणाऱ्या द्रव्यापैकी फक्त एक शतांश वस्तुमानच त्यात आहे. तसे असेल, तर हे खुले विश्व आहे.

परंतु, आपण विचारात न घेतलेले असेही काही द्रव्य (मास) असावे असे काही खगोलशास्त्रज्ञांचे मत आहे. (यालाच 'न सापडलेल्या द्रव्याची समस्या' म्हणतात.) कदाचित दीर्घिकांच्या बाहेरही काही 'द्रव्य' असू शकेल. काही सूक्ष्म कणात द्रव्य नाही असे आपण समजतो त्याऐवजी त्यात द्रव्य असेलही.

तसे असल्यास, अखेर हे 'बंद विश्व' आहे असे आपण मान्यही करू. बंद विश्व दोलायमान असू शकते की नाही हे ठरवण्याचे मार्गही कदाचित आपल्याला सापडतील.

विश्वासबंधी कितीतरी रहस्ये अद्याप उलगडलेली नाहीत. पण असाही विचार करायला हवा की विश्वासबंधीच्या सर्व प्रश्नांची उत्तरे आपल्याला मिळाली आणि शोधून काढण्यासारखे काहीच शिल्लक राहिले नाही, तर शास्त्रज्ञांचे आणि आपलेही आयुष्य किती नीरस आणि कंटाळवाणे होणार नाही का?